

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-173519  
(P2001-173519A)

(43) 公開日 平成13年6月26日 (2001.6.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
F 0 2 M 25/07	5 8 0 5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 8 0 E 3 G 0 6 2 5 5 0 R

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-358108

(22) 出願日 平成11年12月16日 (1999.12.16)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 横井 辰久

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

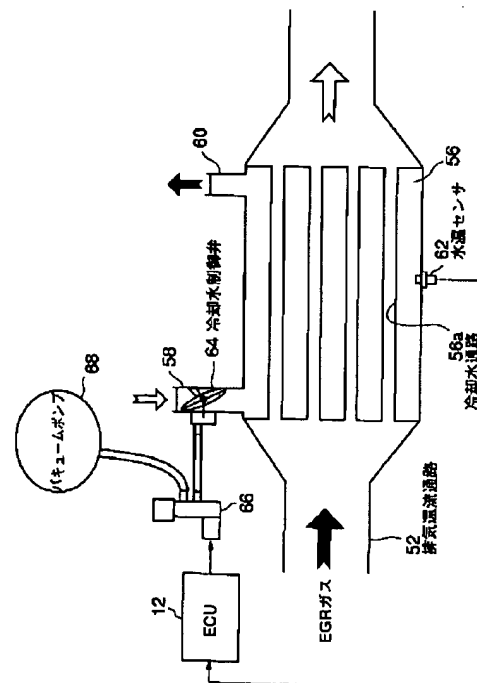
Fターム(参考) 3G062 BA00 EA04 ED08 GA08 GA10

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気還流装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、内燃機関の排気還流装置に関し、熱交換器を流通する冷却水が低温状態にある状況下において、冷却水を速やかに昇温させることにより、排気還流通路内にデポジットが堆積するのを防止することを目的とする。

【解決手段】 EGR通路52の途中に、EGRガスを冷却するEGRクーラ56を介装する。EGRクーラ56の冷却水通路56aに冷却水を導く導入通路58に、導入通路58と冷却水通路56aとの導通状態を制御する冷却水制御弁64を設ける。また、冷却水通路56のEGR通路52に対向する部位に、該冷却水通路56を流通する冷却水の温度を検出するための水温センサ62を設ける。冷却水の温度が目標温度に比して低い場合、冷却水制御弁64の開度をその温度差に応じた量だけ小さくする。この場合、冷却水の流量が減少することで、冷却水が単位流量当たりにEGRガスから奪う熱量が増加し、冷却水が速やかに昇温される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 排気通路と吸気通路とを連通させ、前記排気通路から前記吸気通路に向けて排気ガスを還流させる排気還流通路と、前記排気還流通路内の排気ガスと冷却水との間で熱交換を行うことにより該排気ガスを冷却する熱交換器と、を備える内燃機関の排気還流装置において、

前記熱交換器に冷却水を導く流路内に設けられ、該熱交換器を流通する冷却水の流量を制御する制御弁と、前記熱交換器の、前記排気還流通路に対向する部位における温度に応じたパラメータを検出する温度パラメータ検出手段と、  
前記温度パラメータ検出手段により検出された温度に基づいて前記制御弁の開度を制御する開度制御手段と、  
を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

【請求項2】 請求項1記載の内燃機関の排気還流装置において、

前記開度制御手段は、前記制御弁の開度を、前記温度パラメータ検出手段により検出された温度と目標温度との差に応じて変更することを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

【請求項3】 請求項2記載の内燃機関の排気還流装置において、

前記開度制御手段は、前記制御弁の開度を、前記温度パラメータ検出手段により検出された温度が前記目標温度に比して低いほど小さくすることを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

【請求項4】 請求項2記載の内燃機関の排気還流装置において、

前記開度制御手段は、前記制御弁の開度を、前記温度パラメータ検出手段により検出された温度が前記目標温度に比して高いほど大きくすることを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

【請求項5】 請求項1記載の内燃機関の排気還流装置において、

前記温度パラメータ検出手段は、前記熱交換器の、前記排気還流通路に対向する部位を流通する冷却水の温度を検出することを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気還流装置に係り、特に、排気通路と吸気通路とを接続する排気還流通路を通して排気通路から吸気通路に還流する排気ガスを冷却するうえで好適な内燃機関の排気還流装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、例えば特開平11-200956号に開示される如く、排気通路と吸気通路とを連通させる排気還流通路を備え、排気ガスの一部を排気通路から吸気通路に還流させる内燃機関の排気還流装置が知

られている。一般に、内燃機関から排出される排気ガス中には、窒素酸化物( $\text{NOx}$ )等の不活性ガスが多量に含まれている。特に、 $\text{NOx}$ は、燃焼室内に生じる燃焼温度が高いほど発生し易くなる。排気ガスの一部が排気通路から排気還流通路を介して吸気通路に還流されると、不活性ガスが燃焼室に導入される。この場合、それら不活性ガスの熱容量により燃焼室内の燃焼温度が低下し、その結果、排気ガス中に含まれる $\text{NOx}$ が減少する。従って、上記の如く排気ガスの一部を排気通路から吸気通路に還流させることとすれば、内燃機関から排出される $\text{NOx}$ の排出量を低減させることができる。以下、排気通路から吸気通路に還流される排気ガスをEGRガスと称す。

【0003】上記従来の装置においては、排気還流通路の途中に熱交換器が設けられている。熱交換器は、冷却水が流通する冷却水通路に連通している。熱交換器は、冷却水を流通する冷却水と排気還流通路をEGRガスとの間で熱交換を行うことによりEGRガスを冷却する。EGRガスが冷却されると、EGRガスの体積が減少することで、その密度が増加する。この場合、冷却されない場合に比して多量のEGRガスを吸気通路に還流することで、燃焼室内の燃焼温度を更に低下させることができる。従って、EGRガスを冷却することとすれば、 $\text{NOx}$ の排出量を更に低減させることができる。

【0004】また、上記従来の装置においては、冷却水通路に、冷却水の流量を制御する制御弁が設けられている。この装置において、制御弁は、冷却水の温度が高い場合に最大開度とされ、熱交換器の下流側のEGRガスの温度が低い場合に最小開度とされる。このため、上記従来の装置によれば、冷却水の温度が高い状況下で多量の冷却水を流通させ、EGRガスの温度が低い状況下で冷却水の流量を減少させることができる。従って、上記従来の装置によれば、冷却水の温度が高い状況下でも熱交換器の下流側において冷却水を良好に冷却させることができると共に、EGRガスの温度が低い状況下でそのEGRガスの過冷却を回避することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、EGRガスを冷却する熱交換器の温度が低いほど、すなわち、熱交換器を流通する冷却水の温度が低いほど、熱交換器近傍の排気還流通路内において、EGRガス中の未燃焼成分やすず等によるデポジットが堆積し易くなる。排気通路内にデポジットが堆積すると、排気還流通路の有効断面積が小さくなることで、EGRガスの還流量が減少し、 $\text{NOx}$ の排出量が増加してしまう。従って、排気通路内にデポジットが堆積するのを抑制し、 $\text{NOx}$ の排出量の増加を防止するうえでは、熱交換器を流通する冷却水がある程度高温状態にあることが望ましい。冷却水の温度が低い場合には、冷却水の流量を制御する制御弁の開度を小さくすることにより、熱交換器を流通する冷却水を

速やかに昇温させることが適切である。

【0006】しかしながら、上記の公報には、熱交換器を流通した冷却水が低温状態にある場合に、冷却水の流量を調整する制御弁の開度を制御することについては何ら記載されておらず、この点、上記従来の排気還流装置は、未だ改善の余地を残すものであった。本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、熱交換器を流通する冷却水が低温状態にある状況下において、冷却水を速やかに昇温させることにより、排気還流通路内にデボジットが堆積するのを防止することが可能な内燃機関の排気還流装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、請求項1に記載する如く、排気通路と吸気通路とを連通させ、前記排気通路から前記吸気通路に向けて排気ガスを還流させる排気還流通路と、前記排気還流通路内の排気ガスと冷却水との間で熱交換を行うことにより該排気ガスを冷却する熱交換器と、を備える内燃機関の排気還流装置において、前記熱交換器に冷却水を導く流路内に設けられ、該熱交換器を流通する冷却水の流量を制御する制御弁と、前記熱交換器の、前記排気還流通路に対向する部位における温度に応じたパラメータを検出する温度パラメータ検出手段と、前記温度パラメータ検出手段により検出された温度に基づいて前記制御弁の開度を制御する開度制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置により達成される。

【0008】請求項1記載の発明において、排気還流通路内の排気ガスを冷却する熱交換器に冷却水を導く流路内には、該熱交換器を流通する冷却水の流量を制御する制御弁が設けられている。また、熱交換器の、排気還流通路に対向する部位における温度が検出される。制御弁の開度は、上記部位における温度に基づいて制御される。制御弁の開度が適当に変更されると、冷却水の流量が変動する。具体的には、冷却水の流量は、制御弁の開度が大きい場合に多くなり、制御弁の開度が小さい場合に少なくなる。冷却水の流量が少ない場合は、冷却水が排気ガスとの熱交換により温まり易い状態が実現される。一方、冷却水の流量が多い場合は、冷却水が排気ガスの熱を吸収し易い状態が実現される。従って、本発明によれば、熱交換器の、排気還流通路に対向する部位における温度が低い場合に制御弁の開度を小さくすることで、冷却水を速やかに昇温させることができ、また、上記部位における温度が高い場合に制御弁の開度を大きくすることで、冷却水に排気ガスの熱を効果的に吸収させることができる。このため、本発明によれば、熱交換器の温度が低い場合にも、排気還流通路内におけるデボジットの堆積を防止することができる。

【0009】この場合、請求項2に記載する如く、請求項1記載の内燃機関の排気還流装置において、前記開度制御手段は、前記制御弁の開度を、前記温度パラメータ

検出手段により検出された温度と目標温度との差に応じて変更することとしてもよい。請求項2記載の発明において、制御弁は、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度とその目標温度との差に応じた開度に制御される。上記部位における温度が目標温度に比して低いほど、冷却水を速やかに昇温させることが困難となり、また、上記部位における温度が目標温度に比して高いほど、冷却水に排気ガスの熱を効率的に吸収させることが困難となる。この点、本発明によれば、上記部位における温度と目標温度との差が大きいくほど制御弁の開度を大きく変更することで、上記不都合を回避することができる。

【0010】また、請求項3に記載する如く、請求項2記載の内燃機関の排気還流装置において、前記開度制御手段は、前記制御弁の開度を、前記温度パラメータ検出手段により検出された温度が前記目標温度に比して低いほど小さくすることとしてもよい。

【0011】請求項3記載の発明において、制御弁の開度は、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度が目標温度に比して低いほど小さくされる。この場合には、上記部位における温度が低くても、その温度に応じて冷却水の流量の減少量が適当に変更されることで、その温度にかかわらず冷却水が温まり易い状態が実現される。従って、本発明によれば、熱交換器の排気還流通路に対向する部位の温度にかかわらず、冷却水を速やかに昇温させることができる。このため、本発明によれば、排気還流通路内にデボジットが堆積するのを防止することができる。

【0012】また、請求項4に記載する如く、請求項2記載の内燃機関の排気還流装置において、前記開度制御手段は、前記制御弁の開度を、前記温度パラメータ検出手段により検出された温度が前記目標温度に比して高いほど小さくすることを特徴とする内燃機関の排気還流装置は、冷却水に排気ガスの熱を効果的に吸収させるうえで有効である。

【0013】請求項4記載の発明において、制御弁の開度は、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度が目標温度に比して高いほど小さくされる。この場合には、上記部位における温度が高くても、その温度に応じて冷却水の流量の増加量が適当に変更されることで、その温度にかかわらず冷却水が排気ガスの熱を吸収し易い状態が実現される。従って、本発明によれば、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度にかかわらず、冷却水に排気ガスの熱を効果的に吸収させることができる。

【0014】更に、請求項5に記載する如く、請求項1記載の内燃機関の排気還流装置において、前記温度パラメータ検出手段は、前記熱交換器の、前記排気還流通路に対向する部位を流通する冷却水の温度を検出すること

冷却水を適温に維持するうえで有効である。

【0015】請求項5記載の発明において、温度パラメータ検出手段は、熱交換器の、排気還流通路に対向する部位を流通する冷却水の温度を検出する。制御弁の開度は、冷却水の温度に基づいて制御される。従って、本発明によれば、冷却水の温度が低い場合に制御弁の開度を小さくすることで、冷却水を速やかに昇温させることができ、また、冷却水の温度が高い場合に制御弁の開度を大きくすることで、冷却水に排気ガスの熱を効果的に吸収させることができる。このように、本発明によれば、

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施例である排気還流装置を搭載する内燃機関10のシステム構成図を示す。また、図2は、本実施例の内燃機関10の要部構成図を示す。図1に示す如く、本実施例の内燃機関10は、電子制御ユニット（以下、ECUと称す）12を備えており、ECU12により制御される。

【0017】内燃機関10は、シリンダブロック14を備えている。シリンダブロック14の壁中には、ウォータジャケット16が形成されている。ウォータジャケット16のインレット側には、ウォータポンプ18が設けられている。ウォータポンプ18は、所定の駆動源により作動し、内燃機関10の運転中に所定流量の冷却水をウォータジャケット16に向けて吐出する。ウォータジャケット16は、内部に冷却水が流通することにより内燃機関10を冷却する。

【0018】シリンダブロック14の内部には、ピストン20、コンロッド22、および、クランクシャフト24が収納されている。シリンダブロック14の上部には、シリンダヘッド30が固定されている。シリンダヘッド30、ピストン20、および、シリンダブロック14に囲まれる部位には、主燃焼室32が形成されている。シリンダヘッド30の内部には、主燃焼室32に連通する吸気ポート34、副燃焼室36、および、排気ポート38が形成されている。

【0019】シリンダヘッド30には、先端部が副燃焼室36に露出する燃料噴射弁40、および、同様に先端部が副燃焼室36に露出するグロープラグ42が配設されている。燃料噴射弁40は、図示しない燃料ポンプに接続されており、燃料ポンプから高圧燃料の供給を受けることにより副燃焼室36内に燃料を噴射する。グロープラグ42は、電流が供給されることにより発熱し、副燃焼室36内に噴射された燃料を着火・燃焼させる。

【0020】内燃機関10の吸気ポート34には、吸入空気を吸入するための流路として機能する吸気通路44が連通している。吸気通路44の入口には、吸入空気を浄化するエアクリーナ46が配設されている。吸気通路44の途中には、吸入空気を冷却するインタークーラ48が介装されている。また、排気ポート38には、内燃

機関10の排気ガスを排出するための流路として機能する排気通路50が連通している。

【0021】吸気ポート44と排気通路50との間には、両者を連通させる排気還流通路（以下、EGR通路と称す）52が設けられている。EGR通路52は、排気ガスの一部を排気通路50から吸気通路44に還流するための流路として機能する。以下、排気通路50からEGR通路52を介して吸気通路44に還流される排気ガスをEGRガスと称す。EGR通路52の排気通路50側には、その導通状態を制御する排気還流弁（以下、EGR弁と称す）54が配設されている。EGR弁54は、ダイヤフラム式の負圧駆動弁であり、ダイヤフラムにより隔成された2つの閉塞室の圧力差に応じた開度を実現する。EGR弁54は、内燃機関10の運転状態に応じた適当な開度に制御される。

【0022】図2に示す如く、EGR通路52の途中には、EGRガスを冷却するEGRクーラ56が介装されている。EGRクーラ56は、導入通路58および排出通路60を介して、内燃機関10を冷却するウォータジャケット16に接続している。EGRクーラ56は、内部に冷却水の流通する冷却水通路56aを備えており、EGRガスと、導入通路58を通して冷却水通路56aに流入した冷却水との間で熱交換を行うことにより、EGRガスを冷却する。EGRガスとの熱交換により温められた冷却水は、冷却水通路56aから排出通路60に流出した後、ウォータジャケット16に向けて排出される。

【0023】EGRクーラ56の冷却水通路56aの、EGR通路52に対向する部位には、先端部が該冷却水通路56aに露出する水温センサ62が配設されている。水温センサ62は、EGRクーラ56の冷却水通路56aに流通する冷却水の温度に応じた信号を出力する。水温センサ62の出力信号は、ECU12に供給されている。ECU12は、水温センサ62の出力信号に基づいて、冷却水通路56aに流通する冷却水の温度 $t_{hegr}$ を検出する。

【0024】導入通路58の、冷却水通路56a側の端部には、両者の導通状態を制御する制御弁（以下、冷却水制御弁と称す）64が配設されている。冷却水制御弁64は、開度制御されることにより、EGRクーラ56を流通する冷却水の流量を制御する。冷却水制御弁64は、ダイヤフラム式の負圧駆動弁であり、バキューム・レギュレーティング・バルブ（以下、EVRVと称す）66に連結している。EVRV66には、バキュームポンプ68が接続されている。EVRV66は、バキュームポンプ68から供給される負圧を動力源として冷却水制御弁64を駆動する。また、EVRV66には、ECU12が接続されている。ECU12は、冷却水制御弁64の開度が後述の如くEGRクーラ56を流通する冷却水の温度 $t_{hegr}$ に従って変更されるように、EVRV

RV66に対して適当な駆動電流  $i_{el1c}$  を供給する。

【0025】次に、本実施例の内燃機関10の排気還流装置の動作について説明する。本実施例において、内燃機関10が所定の状態になると、EGR弁54が全閉状態から開弁される。EGR弁54が開弁されると、内燃機関10から排出された排気ガスの一部が、EGRガスとして排気通路50からEGR通路52を介して吸気通路44へ還流する。

【0026】吸気通路44に到達したEGRガスは、大気中からエアクリーナ46を通過して吸気通路44に吸入された吸入空気と共に、内燃機関10の主燃焼室32に導入される。この場合、EGRガス中に含まれる不活性ガスの熱容量により主燃焼室32および副燃焼室36内の燃焼温度が低下する。従って、本実施例によれば、排気ガスの一部が還流されることで、内燃機関10から排出されるNOxの排出量を低減させることができる。

【0027】また、本実施例において、EGRガスがEGR通路52を通過する際には、EGRガスと、EGRクーラ56の冷却水通路56aを流通する冷却水との間で熱交換が行われる。この際、EGRガスは冷却され、冷却水は温められる。EGRガスが冷却されると、その体積は減少し、その密度は増加する。このため、EGRガスを冷却することとすれば、冷却しない場合に比して多量のEGRガスを吸気通路44に還流することができ、その結果、内燃機関10の主燃焼室32および副燃焼室36内の燃焼温度を更に低下させることができる。従って、本実施例によれば、EGRガスが冷却されることで、内燃機関10からのNOxの排出量を更に低減させることができる。

【0028】ところで、EGRクーラ56の冷却水通路56aを流通する冷却水が低温状態にあるほど、EGR通路52内の、EGRクーラ56の冷却水通路56aと接する部位に、EGRガス中の未燃成分やすす等によるデポジットが堆積し易くなる。EGR通路52内にデポジットが堆積すると、EGR通路52の有効断面積が小さくなることで、EGRガスの還流量が減少する。EGRガスの還流量が減少すると、内燃機関10から排出されるNOxの排出量が増加してしまう。従って、EGR通路52内におけるデポジットの堆積を抑制し、NOxの排出量の増加を防止するうえでは、冷却水がある程度高温状態にあることが望ましい。特に、冷却水が低温状態にある場合には、冷却水を速やかに昇温させることが適切である。

【0029】EGRクーラ56の冷却水通路56aを流通する冷却水の流量が少ないほど、すなわち、冷却水制御弁64の開度が小さいほど、冷却水が単位流量当たり

水を速やかに昇温させる手法としては、冷却水制御弁64の開度を小さくすることが適切である。また、冷却水の流量が少なくなるほど、冷却水は温まり易くなる。このため、冷却水の温度が低いほど冷却水の流量を少なくすること、すなわち、冷却水の温度に応じて冷却水制御弁64の開度を変更することが適切である。

【0030】本実施例のシステムは、上記の手法を用いて冷却水を速やかに昇温させ、EGR通路52内におけるデポジットの堆積を抑制する点に特徴を有している。図3は、冷却水制御弁64の開度を制御すべく、本実施例においてECU12が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートを示す。図3に示すルーチンは、所定時間ごとに繰り返し起動される定時計り込みルーチンである。図3に示すルーチンが起動されると、まずステップ100の処理が実行される。

【0031】ステップ100では、水温センサ62の出力信号に基づいて、EGRクーラ56内を流通する冷却水の温度  $t_{hegr}$  が検出される。ステップ102では、上記ステップ100で検出された冷却水の温度  $t_{hegr}$  と所定の目標温度  $E_{TEGR}$  との差の絶対値が所定値  $\alpha$  以下であるか否かが判別される。尚、目標温度  $E_{TEGR}$  は、EGR通路52内にデポジットが堆積しないと判断できる、EGRクーラ56を流通する冷却水の温度  $t_{hegr}$  の最小値である。また、所定値  $\alpha$  は、冷却水の温度  $t_{hegr}$  が目標温度  $E_{TEGR}$  にほぼ一致すると判断できるほど小さな値に設定されている。

【0032】上記ステップ102において、 $|t_{hegr} - E_{TEGR}| \leq \alpha$  が成立する場合は、冷却水の温度が適温に維持されていると判断できる。この場合は、冷却水制御弁64の開度を維持することが適切である。従って、かかる判別がなされた場合は、次にステップ104の処理が実行される。ステップ104では、冷却水制御弁64の開度が維持されるように、EVRV66に対する駆動電流  $i_{el1c}$  を従前の値に維持する処理が実行される。

【0033】一方、上記ステップ102において、 $|t_{hegr} - E_{TEGR}| \leq \alpha$  が成立しない場合は、冷却水の温度が高すぎる状態、あるいは、低すぎる状態にあると判断できる。この場合は、冷却水制御弁64の開度を変更することにより、冷却水の温度を目標温度に近づけることが適切である。従って、かかる判別がなされた場合は、次にステップ106の処理が実行される。

【0034】ステップ106では、冷却水の温度  $t_{hegr}$  から目標温度  $E_{TEGR}$  を減算して得られた温度差  $\Delta T (= t_{hegr} - E_{TEGR})$  が演算される。ステップ108では、上記ステップ106で演算された温度差  $\Delta T$  が正数であるか否かが判別される。 $\Delta T > 0$  が成立しない場合は、冷却水が低温状態にあると判断できる。この場合は、冷却水の温度を上昇させるべく、冷却水制御弁64の開度を小さくすることが適切である。従

って、 $\Delta T > 0$ が成立しないと判別された場合は、次にステップ110の処理が実行される。

【0035】ステップ110では、冷却水制御弁64の開度を小さくする際の開度補正量、具体的には、EVRV66への駆動電流*ie11c*の減量補正量*ie11cfb1*を演算する処理が実行される。図4は、冷却水の温度*the gr*と目標温度ETEGRとの温度差 $\Delta T$ と、EVRV66への駆動電流*ie11c*の補正量*ie11cfb*との関係を、予め実験的に求めることにより表したマップを示す。上記ステップ110では、図4に示すマップを参照することにより、冷却水制御弁64の開度を小さくする際の、EVRV66への駆動電流の減量補正量*ie11cfb1*が決定される。

【0036】ステップ112では、EVRV66へ供給する駆動電流*ie11c*を、従前に供給されていた駆動電流*ie11c*から減量補正量*ie11cfb1*を減算して得られた値にする処理が実行される。一方、上記ステップ108において $\Delta T > 0$ が成立する場合は、冷却水が高温状態にあると判断できる。冷却水が過度に高温状態になると、冷却水がEGRガスの発する熱量を効果的に吸収することができず、EGRクーラ56の機能を適正に発揮させることができなくなる。従って、冷却水が過度に高温状態にある場合は、冷却水の温度を低下させる必要がある。冷却水の温度を低下させるためには、冷却水制御弁64の開度を大きくし、EGRクーラ56に向けて冷却水を多量に導入することが適切である。そこで、上記ステップ108で $\Delta T > 0$ が成立すると判別された場合は、次にステップ114の処理が実行される。

【0037】ステップ114では、冷却水制御弁64の開度を大きくする際の開度補正量、具体的には、EVRV66への駆動電流*ie11c*の増量補正量*ie11cfb2*を演算する処理が実行される。本ステップ114の処理は、上記図4に示すマップを参照することにより、冷却水制御弁64の開度を大きくする際の、EVRV66への駆動電流の増量補正量*ie11cfb2*が決定される。

【0038】ステップ116では、EVRV66へ供給する駆動電流*ie11c*を、従前に供給されていた駆動電流*ie11c*に増量補正量*ie11cfb2*を加算して得られた値にする処理が実行される。上記ステップ104、112、または116の処理が終了すると、次に、ステップ118の処理が実行される。

【0039】ステップ118では、EVRV66に対して、上記ステップ104、112、または116の処理により得られた駆動電流*ie11c*を供給する処理が実行される。本ステップ118の処理が終了すると、今回のルーチンが終了される。上記の処理によれば、冷却水の温度が低い場合に冷却水制御弁64の開度を小さくすることができる。冷却水制御弁64の開度が小さくなる

と、EGRクーラ56に導入される冷却水の流量が少なくなる。この場合、冷却水が単位流量当たりEGRガスから奪う熱量が増加することで、EGRクーラ56を流通する冷却水が昇温される。

【0040】また、本実施例において、冷却水制御弁64の開度は、冷却水の温度が目標温度に比して低いほど小さくなる。すなわち、冷却水制御弁64の開度補正量は、冷却水の温度が目標温度に比して低いほど大きくなる。この場合、冷却水の温度の状態にかかわらず、冷却水が温まり易い状態が実現される。このため、本実施例によれば、冷却水の温度の状態にかかわらず、EGRクーラ56を流通する冷却水を速やかに昇温させることができる。

【0041】冷却水が速やかに昇温される場合は、EGR通路52をEGRガスが流通することとしても、EGR通路52内のEGRクーラ56近傍に未燃ガスやすす等のデボジットが堆積するのが抑制される。従って、本実施例の内燃機関10の排気還流装置によれば、EGR通路52内のEGRクーラ56近傍に、EGRガス中に含まれる未燃ガスやすす等のデボジットが堆積するのを確実に防止することができる。

【0042】また、上記図3に示すルーチンの処理によれば、冷却水の温度が高い場合に冷却水制御弁64の開度を大きくすることができる。冷却水制御弁64の開度が大きくなると、EGRクーラ56に導入される冷却水の流量が増加する。この場合、冷却水が単位流量当たりEGRガスから奪う熱量が減少することで、EGRクーラ56の下流側の冷却水の温度が、冷却水の流量が増加される前のものに比して低下する。

【0043】このため、本実施例によれば、EGRクーラ56を流通する冷却水にEGRガスの発する熱量を効果的に吸収させることができる。従って、本実施例の内燃機関10の排気還流装置によれば、EGRクーラ56の機能を適正に維持することが可能となる。本実施例においては、上述の如く、冷却水の温度が高くなると、EGRクーラ56に導入される冷却水の流量が増加される。このため、本実施例によれば、冷却水の温度が過度に高くなることなく、冷却水の沸騰が確実に防止される。また、上述の如く、冷却水の温度が低くなると、冷却水の流量が減少されることで、冷却水が昇温される。従って、本実施例によれば、EGRクーラ56を流通する冷却水を適温に維持することが可能となっている。

【0044】尚、上記の実施例においては、EGRクーラ56が「熱交換器」に相当していると共に、ECU12が、水温センサ62の出力信号に基づいて、EGRクーラ56の冷却水通路56aを流通する冷却水の温度*the gr*を検出することにより特許請求の範囲に記載された「温度パラメータ検出手段」が、上記ステップ106～116の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載された「開度制御手段」が、それぞれ実現されて

いる。

【0045】ところで、上記の実施例においては、EGRクーラ56の冷却水通路56aを流通する冷却水の温度 $t_{hegr}$ に応じて冷却水制御弁64の開度を制御することとしているが、冷却水通路56aの壁面の温度を検出し、その温度に基づいて冷却水制御弁64の開度を制御することとしてもよい。

【0046】

【発明の効果】上述の如く、請求項1及び2記載の発明によれば、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度が低い場合に、冷却水の流量を制御する制御弁の開度を小さくすることで、冷却水を速やかに昇温させることができると共に、上記部位における温度が高い場合に制御弁の開度を大きくすることで、冷却水に排気ガスの熱を効果的に吸収させることができる。このため、本発明によれば、上記部位における温度が低い場合にも、冷却水の流量を制御する制御弁の開度を小さくすることで、排気還流通路内におけるデボジットの堆積を防止することができる。

【0047】請求項3記載の発明によれば、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度にかかわらず、熱交換器を流通する冷却水を速やかに昇温させることができ、その結果、排気還流通路内のデボジットの堆積を防止することができる。請求項4記載の発明によれば、熱交換器の排気還流通路に対向する部位における温度にかかわらず、熱交換器を流通する冷却水に排気ガスの熱を効果的に吸収させることができる。

【0048】また、請求項5記載の発明によれば、熱交

換器を流通する冷却水を適温に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である排気還流装置を搭載する内燃機関のシステム構成図である。

【図2】本実施例の内燃機関の要部構成図を示す。

【図3】本実施例において、制御弁の開度を制御すべく実行される制御ルーチンの一例のフローチャートである。

【図4】冷却水の温度 $t_{hegr}$ と目標温度 $E_{TEGR}$ との温度差 $\Delta T$ と、制御弁を駆動するEVRVへの駆動電流の補正量 $i_{ellcfb}$ との関係を、予め実験的に求めることにより表したマップを示す図である。

【符号の説明】

10 内燃機関

12 電子制御ユニット (ECU)

44 吸気通路

50 排気通路

52 排気還流通路 (EGR通路)

56 EGRクーラ

62 水温センサ

64 制御弁 (冷却水制御弁)

66 EVRV

$t_{hegr}$  冷却水の温度

$E_{TEGR}$  冷却水の目標温度

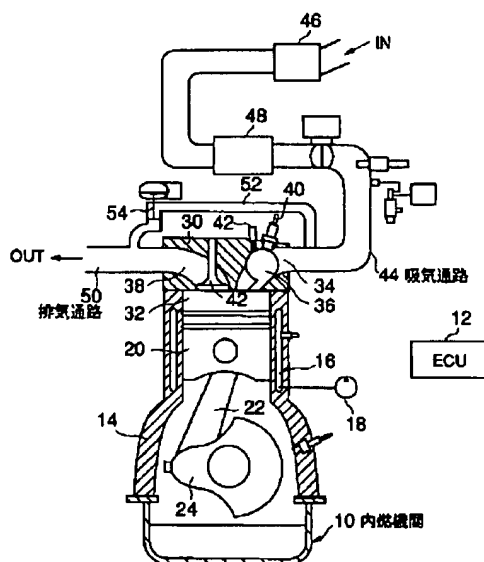
$\Delta T$  冷却水の温度と目標温度との温度差

$i_{ellc}$  EVRVへの駆動電流

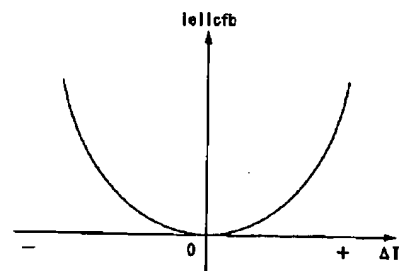
$i_{ellcfb1}$  EVRVへの駆動電流の減量補正量

$i_{ellcfb2}$  EVRVへの駆動電流の増量補正量

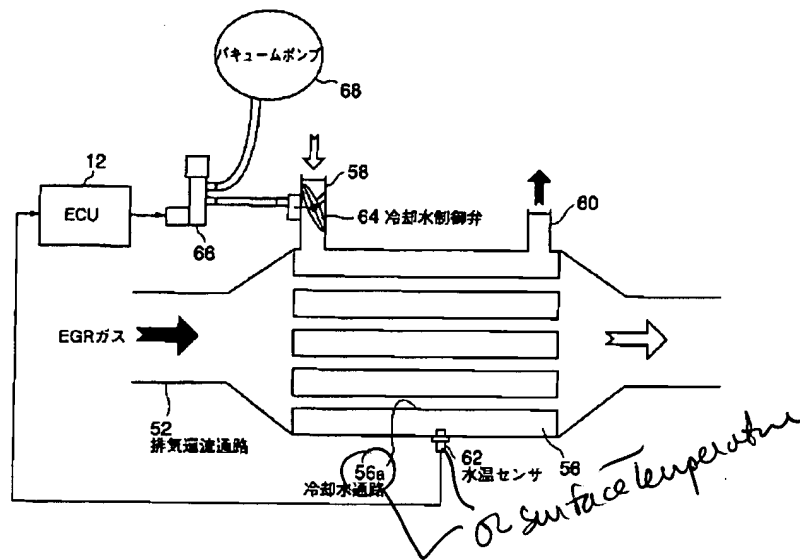
【図1】



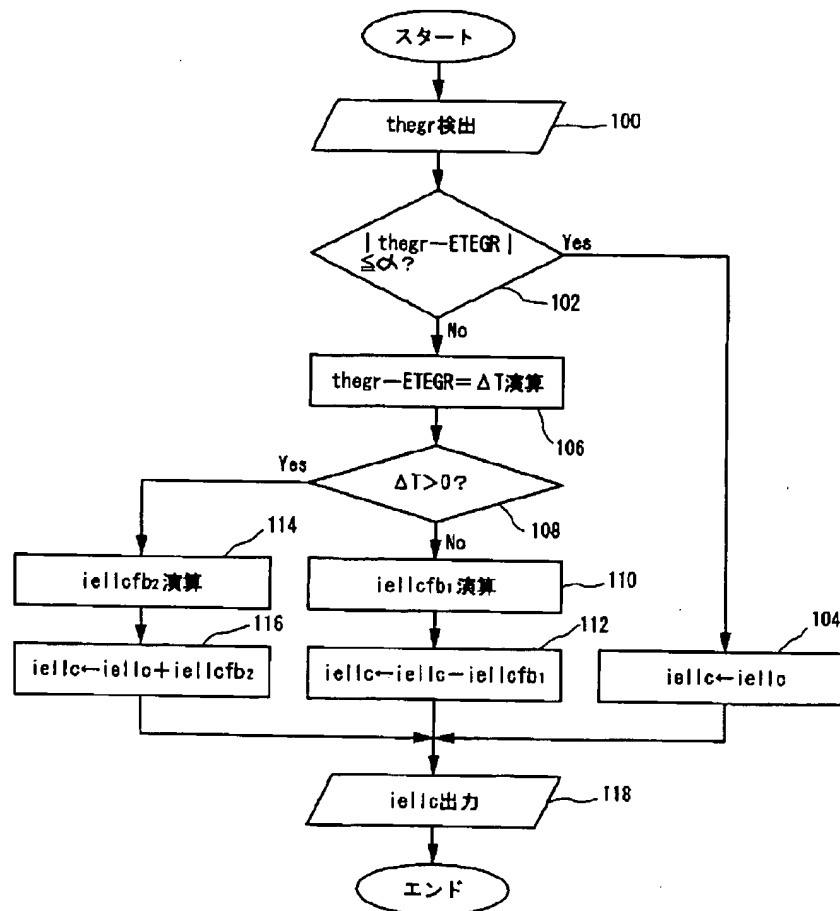
【図4】



【図2】



【図3】





PAT-NO: JP02001173519A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001173519 A  
TITLE: EXHAUST REFLUX DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE  
PUBN-DATE: June 26, 2001

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
YOKOI, TATSUHISA N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOYOTA MOTOR CORP N/A

APPL-NO: JP11358108  
APPL-DATE: December 16, 1999

INT-CL (IPC): F02M025/07

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deposit from accumulation in an exhaust reflux passage by rapidly increasing a cold water temperature under a state that cooling water flowing through a heat-exchanger is in a low temperature state, regarding an exhaust reflux device for an internal combustion engine.

SOLUTION: An EGR cooler 56 to cool EGR gas is interposed in the middle of an EGR passage 52. A cooling water control valve 64 to control a continuity state between an introduction passage 58 and a cooling water passage 56a is situated in an introduction passage 58 to guide cooling water to the cooling water passage 56a of the EGR cooler 56. Further, a water temperature sensor 62 to detect the temperature of cooling water flowing through a cooling water passage 56 is situated at the portion, positioned opposite to the EGR passage 52, of the cooling water passage 56. When the temperature of cooling water is lower than a target temperature, the opening of the cooling water control valve 64 is decreased by an amount equivalent to a temperature difference therebetween. In this case, by decreasing a flow rate of cooling water, a quantity of heat per a unit flow rate of which cooling water deprives EGR gas is increased and cooling water is rapidly increased in temperature.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to an internal combustion engine's exhaust air reflux equipment, and when cooling the exhaust gas which flows back from a flueway to an inhalation-of-air path through the exhaust air reflux path which connects a flueway and an inhalation-of-air path especially, it relates to a suitable internal combustion engine's exhaust air reflux equipment.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** Conventionally, it has the exhaust air reflux path which makes a flueway and an inhalation-of-air path open for free passage, and the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine which makes a part of exhaust gas flow back from a flueway to an inhalation-of-air path is known so that it may be indicated by JP, 11-200956, A. Generally, in the exhaust gas discharged by the internal combustion engine, inert gas, such as nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), is contained so much. Especially, it is NO<sub>x</sub>. It becomes easy to generate, so that the combustion temperature produced in a combustion chamber is high. Inert gas will be introduced into a combustion chamber if a part of exhaust gas flows back from a flueway to an inhalation-of-air path through an exhaust air reflux path. In this case, NO<sub>x</sub> which the combustion temperature of a combustion chamber falls with the heat capacity of these inert gas, consequently is contained in exhaust gas decreases. Therefore, making a part of exhaust gas flow back from a flueway to an inhalation-of-air path like the above, then NO<sub>x</sub> discharged by the internal combustion engine A discharge can be reduced. Hereafter, the exhaust gas which flows back from a flueway to an inhalation-of-air path is called EGR gas.

**[0003]** In the above-mentioned conventional equipment, the heat exchanger is prepared in the middle of the exhaust air reflux path. The heat exchanger is open for free passage to the cooling water path where cooling water circulates. A heat exchanger cools EGR gas by performing heat exchange for the cooling water and the exhaust air reflux path which circulate cooling water between EGR gas. Cooling of EGR gas increases the consistency because the volume of EGR gas decreases. In this case, the combustion temperature of a combustion chamber can be further reduced by the ability of a lot of EGR gas to be flowed back to an inhalation-of-air path as compared with the case where it is not cooled. Therefore, cooling EGR gas, then NO<sub>x</sub> A discharge can be reduced further.

**[0004]** Moreover, in the above-mentioned conventional equipment, the control valve which controls the flow rate of cooling water is prepared in the cooling water path. In this equipment, a control valve is made into the maximum opening when the temperature of cooling water is high, and when the temperature of the EGR gas of the downstream of a heat exchanger is low, let it be the minimum opening. For this reason, according to the above-mentioned conventional equipment, a lot of cooling water can be circulated under the situation that the temperature of cooling water is high, and the flow rate of cooling water can be decreased under the situation that the temperature of EGR gas is low. Therefore, according to the above-mentioned conventional equipment, while being able to make cooling water cool good in the downstream of a heat exchanger also under the situation that the temperature of cooling water is high, the supercooling of the EGR gas is avoidable under the situation that the

temperature of EGR gas is low.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, it becomes easy to deposit a deposit with a non-burned component, soot, etc. in EGR gas [ in the exhaust air reflux path near the heat exchanger ], so that the temperature of the heat exchanger which cools EGR gas is low (i.e., so that the temperature of the cooling water which circulates a heat exchanger is low). If a deposit accumulates in a flueway, the amount of reflux of EGR gas decreases because the effective sectional area of an exhaust air reflux path becomes small, and it is NOx. A discharge will increase. Therefore, it controls that a deposit accumulates in a flueway and is NOx. When preventing the increment in a discharge, it is desirable for the cooling water which circulates a heat exchanger to be in an elevated-temperature condition to some extent. When the temperature of cooling water is low, it is appropriate to carry out the temperature up of the cooling water which circulates a heat exchanger promptly by making small opening of the control valve which controls the flow rate of cooling water.

[0006] However, controlling the opening of a control valve which adjusts the flow rate of cooling water to the above-mentioned official report when the cooling water which circulated the heat exchanger is in a low-temperature condition was not indicated at all, but this point and the above-mentioned conventional exhaust air reflux equipment were what still leaves the room of an improvement. This invention is made in view of an above-mentioned point, and aims at offering the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine which can prevent that a deposit accumulates in an exhaust air reflux path by carrying out the temperature up of the cooling water promptly to the bottom of the situation that the cooling water which circulates a heat exchanger is in a low-temperature condition.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The exhaust air reflux path which makes a flueway and an inhalation-of-air path open for free passage, and makes exhaust gas flow back towards said inhalation-of-air path from said flueway so that the above-mentioned purpose may be indicated to claim 1, In the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine having the heat exchanger which cools this exhaust gas by performing heat exchange between the exhaust gas in said exhaust air reflux path, and cooling water The control valve which controls the flow rate of the cooling water which is prepared in the passage which leads cooling water to said heat exchanger, and circulates this heat exchanger, A temperature parameter appearance means to detect the parameter according to the temperature in the part which counters said exhaust air reflux path of said heat exchanger, It is attained by the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine characterized by having the opening control means which controls the opening of said control valve based on the temperature detected by said temperature parameter appearance means.

[0008] In invention according to claim 1, the control valve which controls the flow rate of the cooling water which circulates this heat exchanger is prepared in the passage which leads cooling water to the heat exchanger which cools the exhaust gas in an exhaust air reflux path. Moreover, the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger is detected. The opening of a control valve is controlled based on the temperature in the above-mentioned part. If the opening of a control valve is changed suitably, the flow rate of cooling water will be changed. The flow rate of cooling water increases, when the opening of a control valve is large, and when the opening of a control valve is small, specifically, it decreases. When there are few flow rates of cooling water, the condition that cooling water tends to get warm by heat exchange with exhaust gas is realized. On the other hand, when there are many flow rates of cooling water, the condition that cooling water tends to absorb the heat of exhaust gas is realized. Therefore, according to this invention, cooling water can be made to absorb the heat of exhaust gas effectively by being able to carry out the temperature up of the cooling water promptly by making opening of a control valve small, when the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger is low, and enlarging opening of a control valve, when the temperature in the above-mentioned part is high. For this reason, according to this invention, also when the temperature of a heat exchanger is low, deposition of the deposit in an exhaust air reflux path can be prevented.

beach  
applicati  
prohibit  
T  
solid

prevent  
occurrence

[0009] In this case, in the exhaust air reflux equipment of an internal combustion engine according to claim 1, said opening control means is good also as changing the opening of said control valve according to the difference of the temperature and target temperature which were detected by said temperature parameter appearance means so that it may indicate to claim 2. A control valve is controlled in invention according to claim 2 by the opening according to the difference of the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger, and its target temperature. It becomes difficult to carry out the temperature up of the cooling water promptly, so that the temperature in the above-mentioned part is low as compared with target temperature, and the temperature in the above-mentioned part becomes difficult [ making cooling water absorb the heat of exhaust gas efficiently, so that it is high ] as compared with target temperature. According to this point and this invention, above-mentioned un-arranging is avoidable by changing the opening of a control valve greatly, so that the difference of the temperature and target temperature in the above-mentioned part is large.

[0010] Moreover, in the exhaust air reflux equipment of an internal combustion engine according to claim 2, said opening control means is good also as making opening of said control valve so small that the temperature detected by said temperature parameter appearance means being low as compared with said target temperature so that it may indicate to claim 3.

[0011] In invention according to claim 3, opening of a control valve is made so small that the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger is low as compared with target temperature. In this case, even if the temperature in the above-mentioned part is low, the condition that cooling water tends to get warm is realized irrespective of that temperature by the decrement of the flow rate of cooling water being suitably changed according to that temperature. Therefore, according to this invention, the temperature up of the cooling water can be promptly carried out irrespective of the temperature of the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger. For this reason, according to this invention, it can prevent that a deposit accumulates in an exhaust air reflux path.

[0012] Moreover, in the exhaust air reflux equipment of an internal combustion engine according to claim 2, when making cooling water absorb the heat of exhaust gas effectively, the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine characterized by said opening control means making opening of said control valve so large that the temperature detected by said temperature parameter appearance means being high as compared with said target temperature is effective, so that it may indicate to claim 4.

[0013] In invention according to claim 4, opening of a control valve is made so large that the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger is high as compared with target temperature. In this case, even if the temperature in the above-mentioned part is high, the condition that cooling water tends to absorb the heat of exhaust gas is realized irrespective of that temperature by the augend of the flow rate of cooling water being suitably changed according to that temperature. Therefore, according to this invention, cooling water can be made to absorb the heat of exhaust gas effectively irrespective of the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger.

[0014] Furthermore, in the exhaust air reflux equipment of an internal combustion engine according to claim 1, when maintaining the cooling water in a heat exchanger to optimal temperature, the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine characterized by said temperature parameter appearance means detecting the temperature of the cooling water which circulates the part which counters said exhaust air reflux path of said heat exchanger is effective, so that it may indicate to claim 5.

[0015] In invention according to claim 5, a temperature parameter appearance means detects the temperature of the cooling water which circulates the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger. The opening of a control valve is controlled based on the temperature of cooling water. Therefore, according to this invention, cooling water can be made to absorb the heat of exhaust gas effectively by being able to carry out the temperature up of the cooling water promptly, and enlarging

opening of a control valve by making opening of a control valve small, when the temperature of cooling water is low, when the temperature of cooling water is high. Thus, according to this invention, the cooling water in a heat exchanger is maintainable to optimal temperature.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the system configuration Fig. of the internal combustion engine 10 carrying the exhaust air reflux equipment which is one example of this invention. Moreover, drawing 2 shows the important section block diagram of the internal combustion engine 10 of this example. To be shown in drawing 1, the internal combustion engine 10 of this example has the electronic control unit (ECU is called hereafter) 12, and is controlled by ECU12.

[0017] The internal combustion engine 10 has the cylinder block 14. The engine water jacket 16 is formed into the wall of a cylinder block 14. Water pump 18 is formed in the inlet side of an engine water jacket 16. Water pump 18 operates by the predetermined driving source, and during operation of an internal combustion engine 10, the cooling water of a predetermined flow rate is turned to an engine water jacket 16, and it carries out the regurgitation. An engine water jacket 16 cools an internal combustion engine 10, when cooling water circulates inside.

[0018] Inside the cylinder block 14, the piston 20, the connecting rod 22, and the crankshaft 24 are contained. The cylinder head 30 is being fixed to the upper part of a cylinder block 14. The main combustion chamber 32 is formed in the part surrounded by the cylinder head 30, a piston 20, and the cylinder block 14. The suction port 34 which is open for free passage to a main combustion chamber 32, the secondary combustion chamber 36, and the exhaust air port 38 are formed in the interior of the cylinder head 30.

[0019] The fuel injection valve 40 which a point exposes to a secondary combustion chamber 36, and the glow plug 42 which a point exposes to a secondary combustion chamber 36 similarly are arranged by the cylinder head 30. It connects with the fuel pump which is not illustrated and a fuel injection valve 40 injects a fuel in a secondary combustion chamber 36 by receiving supply of a high-pressure fuel from a fuel pump. A glow plug 42 generates heat by supplying a current, and lights and burns the fuel injected in the secondary combustion chamber 36.

[0020] The inhalation-of-air path 44 which functions on an internal combustion engine's 10 suction port 34 as passage for inhaling inhalation air is open for free passage. The air cleaner 46 which purifies inhalation air is arranged in the inlet port of the inhalation-of-air path 44. The intercooler 48 which cools inhalation air is infixed in the middle of the inhalation-of-air path 44. Moreover, in the exhaust air port 38, the flueway 50 which functions as passage for discharging an internal combustion engine's 10 exhaust gas is open for free passage.

[0021] Between the suction port 44 and the flueway 50, the exhaust air reflux path (an EGR path is called hereafter) 52 which makes both open for free passage is formed. The EGR path 52 functions as passage for flowing back from a flueway 50 to the inhalation-of-air path 44 in a part of exhaust gas. Hereafter, the exhaust gas which flows back from a flueway 50 to the inhalation-of-air path 44 through the EGR path 52 is called EGR gas. The exhaust air reflux valve (an EGR valve is called hereafter) 54 which controls the switch-on is arranged in the flueway 50 side of the EGR path 52. The EGR valve 54 is a negative pressure drive valve of a diaphragm type, and opening according to the differential pressure of two lock out rooms \*\*\*\*(ed) by diaphragm is realized. The EGR valve 54 is controlled by the suitable opening according to an internal combustion engine's 10 operational status.

[0022] As shown in drawing 2, in the middle of the EGR path 52, EGR cooler 56 which cools EGR gas is infixed. EGR cooler 56 is connected to the engine water jacket 16 which cools an internal combustion engine 10 through the introductory path 58 and the discharge path 60. EGR cooler 56 equips the interior with cooling water path 56a to which cooling water circulates, and cools EGR gas by performing heat exchange between EGR gas and the cooling water which flowed into cooling water path 56a through the introductory path 58. The cooling water which was able to be warmed by heat exchange with EGR gas is discharged towards an engine water jacket 16, after flowing out of cooling water path 56a into the discharge path 60.

[0023] The coolant temperature sensor 62 which a point exposes to this cooling water path 56a is

arranged in the part which counters the EGR path 52 of cooling water path 56a of EGR cooler 56. A coolant temperature sensor 62 outputs the signal according to the temperature of the cooling water which circulates to cooling water path 56a of EGR cooler 56. The output signal of a coolant temperature sensor 62 is supplied to ECU12. ECU12 detects the temperature thegr of the cooling water which circulates to cooling water path 56a based on the output signal of a coolant temperature sensor 62.

[0024] The control valve (a cooling water control valve is called hereafter) 64 which controls both switch-on is arranged in the edge by the side of cooling water path 56a of the introductory path 58. The cooling water control valve 64 controls the flow rate of the cooling water which circulates EGR cooler 56 by carrying out opening control. The cooling water control valve 64 is a negative pressure drive valve of a diaphragm type, and is connected with the vacuum regulating bulb (EVRV is called hereafter) 66. The vacuum pump 68 is connected to EVRV66. EVRV66 drives the cooling water control valve 64 by making into the source of power the negative pressure supplied from a vacuum pump 68. Moreover, ECU12 is connected to EVRV66. ECU12 supplies the suitable drive current iellc to EVRV66 so that the opening of the cooling water control valve 64 may be changed according to the temperature thegr of the cooling water which circulates EGR cooler 56 like the after-mentioned.

[0025] Next, actuation of the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine 10 of this example is explained. In this example, if an internal combustion engine 10 will be in a predetermined condition, the EGR valve 54 will be opened from a close-by-pass-bulb-completely condition. If the EGR valve 54 is opened, a part of exhaust gas discharged by the internal combustion engine 10 will flow back from a flueway 50 to the inhalation-of-air path 44 through the EGR path 52 as EGR gas.

[0026] The EGR gas which arrived at the inhalation-of-air path 44 is introduced into an internal combustion engine's 10 main combustion chamber 32 with the inhalation air which passed the air cleaner 46 out of atmospheric air, and was inhaled at the inhalation-of-air path 44. In this case, the combustion temperature in a main combustion chamber 32 and a secondary combustion chamber 36 falls with the heat capacity of the inert gas contained in EGR gas. Therefore, NOx which according to this example is discharged by the internal combustion engine 10 because a part of exhaust gas flows back A discharge can be reduced.

[0027] Moreover, in this example, in case EGR gas passes through the EGR path 52, heat exchange is performed between EGR gas and the cooling water which circulates cooling water path 56a of EGR cooler 56. Under the present circumstances, EGR gas is cooled and cooling water can be warmed. If EGR gas is cooled, the volume will decrease and the consistency will increase. For this reason, as compared with cooling EGR gas, then the case where it does not cool, a lot of EGR gas can be flowed back to the inhalation-of-air path 44, consequently the combustion temperature in an internal combustion engine's 10 main combustion chamber 32 and a secondary combustion chamber 36 can be reduced further. Therefore, it is NOx from an internal combustion engine 10 by EGR gas being cooled according to this example. A discharge can be reduced further.

[0028] By the way, it becomes easy to deposit a deposit with an unburnt component, soot, etc. in EGR gas on the part which touches cooling water path 56a of EGR cooler 56 in the EGR path 52, so that the cooling water which circulates cooling water path 56a of EGR cooler 56 is in a low-temperature condition. If a deposit accumulates in the EGR path 52, the amount of reflux of EGR gas will decrease because the effective sectional area of the EGR path 52 becomes small. NOx which will be discharged by the internal combustion engine 10 if the amount of reflux of EGR gas decreases A discharge will increase. Therefore, deposition of the deposit in the EGR path 52 is controlled, and it is NOx. When preventing the increment in a discharge, it is desirable for cooling water to be in an elevated-temperature condition to some extent. When cooling water is in a low-temperature condition especially, it is appropriate to carry out the temperature up of the cooling water promptly.

[0029] The heating value which cooling water takes from EGR gas to per unit flow rate increases, so that the opening of the cooling water control valve 64 is so small that there are few flow rates of the cooling water which circulates cooling water path 56a of EGR cooler 56. For this reason, if the flow rate of cooling water is lessened, the temperature of the cooling water of the downstream of EGR cooler 56 can be raised. Therefore, as technique to which the temperature up of the cooling water is carried out

promptly, it is appropriate to make small opening of the cooling water control valve 64. Moreover, cooling water becomes easy to get warm, so that the flow rate of cooling water decreases. For this reason, it is so appropriate that the temperature of cooling water is low to lessen the flow rate of cooling water, i.e., to change the opening of the cooling water control valve 64 according to the temperature of cooling water.

[0030] The system of this example carries out the temperature up of the cooling water promptly using the above-mentioned technique, and has the description at the point which controls deposition of the deposit in the EGR path 52. Drawing 3 shows the flow chart of an example of the control routine which ECU12 performs in this example that the opening of the cooling water control valve 64 should be controlled. The routine shown in drawing 3 is a regular interruption routine repeatedly started for every predetermined time. Starting of the routine shown in drawing 3 performs processing of step 100 first.

[0031] At step 100, the temperature thegr of the cooling water which circulates the inside of EGR cooler 56 is detected based on the output signal of a coolant temperature sensor 62. At step 102, it is distinguished whether the absolute value of the difference of the temperature thegr of the cooling water detected at the above-mentioned step 100 and the predetermined target temperature ETEGR is below the predetermined value alpha. In addition, it is the minimum value of the temperature thegr of the cooling water which can be judged that a deposit does not deposit the target temperature ETEGR in the EGR path 52 and which circulates EGR cooler 56. Moreover, it is set as such a small value that it can judge that the temperature thegr of the predetermined value alpha of cooling water corresponds with the target temperature ETEGR mostly.

[0032] In the above-mentioned step 102, when  $|\text{thegr} - \text{ETEGR}| \leq \alpha$  is materialized, it can be judged that the temperature of cooling water is maintained by optimal temperature. In this case, it is appropriate to maintain the opening of the cooling water control valve 64. Therefore, when this distinction is made, processing of step 104 is performed next. At step 104, processing which maintains the drive current iellc over EVRV66 to an old value is performed so that the opening of the cooling water control valve 64 may be maintained.

[0033] On the other hand, when  $|\text{thegr} - \text{ETEGR}| \leq \alpha$  is not materialized in the above-mentioned step 102, it can be judged that it is in the condition which is too high, or the condition of being too low. In this case, it is appropriate by changing the opening of the cooling water control valve 64 to bring the temperature of cooling water close to target temperature. Therefore, when this distinction is made, processing of step 106 is performed next.

[0034] At step 106, temperature-gradient  $\Delta T$  ( $=\text{thegr} - \text{ETEGR}$ ) which subtracted the target temperature ETEGR and was obtained from the temperature thegr of cooling water calculates. At step 108, it is distinguished whether temperature-gradient  $\Delta T$  calculated at the above-mentioned step 106 is a positive number.  $\Delta T > 0$  is not materialized, it can be judged that cooling water is in a low-temperature condition. In this case, it is appropriate to make small opening of the cooling water control valve 64 in order to raise the temperature of cooling water. Therefore, when  $\Delta T > 0$  was not materialized and it is distinguished, processing of step 110 is performed next.

[0035] At step 110, the amount of opening amendments at the time of making small opening of the cooling water control valve 64 and processing which specifically calculates the amount iellc<sub>fb1</sub> of loss-in-quantity amendments of the drive current iellc to EVRV66 are performed. Drawing 4 shows the map which expressed by asking for relation with the amount iellc<sub>fb</sub> of amendments of the drive current iellc to the temperature gradients  $\Delta T$  and EVRV66 of the temperature thegr of cooling water, and the target temperature ETEGR experimentally beforehand. At the above-mentioned step 110, the amount iellc<sub>fb1</sub> of loss-in-quantity amendments of the drive current of EVRV66 at the time of making small opening of the cooling water control valve 64 is determined by referring to the map shown in drawing 4.

[0036] At step 112, processing made into the value which subtracted the amount iellc<sub>fb1</sub> of loss-in-quantity amendments, and was acquired from the drive current iellc to which the drive current iellc supplied to EVRV66 was supplied by old is performed. On the other hand, when  $\Delta T > 0$  is materialized in the above-mentioned step 108, it can be judged that cooling water is in an elevated-

temperature condition. When cooling water will be in an elevated-temperature condition too much, it becomes impossible for cooling water to absorb effectively the heating value which EGR gas emits, but to demonstrate the function of EGR cooler 56 proper. Therefore, when cooling water is in an elevated-temperature condition too much, it is necessary to reduce the temperature of cooling water. In order to reduce the temperature of cooling water, it is appropriate to enlarge opening of the cooling water control valve 64, and to introduce cooling water so much towards EGR cooler 56. Then, when the above-mentioned  $\text{step} \Delta T > 0$  was materialized in 108 and it is distinguished, processing of step 114 is performed next.

[0037] At step 114, the amount of opening amendments at the time of enlarging opening of the cooling water control valve 64 and processing which specifically calculates the amount  $\text{iellcfb2}$  of increase-in-quantity amendments of the drive current  $\text{iellc}$  to EVRV66 are performed. The amount  $\text{iellcfb2}$  of increase-in-quantity amendments of the drive current of EVRV66 at the time of enlarging opening of the cooling water control valve 64 is determined by referring to the map which shows processing of this step 114 to above-mentioned drawing 4.

[0038] At step 116, processing made into the value which added the amount  $\text{iellcfb2}$  of increase-in-quantity amendments to the drive current  $\text{iellc}$  to which the drive current  $\text{iellc}$  supplied to EVRV66 was supplied by old, and was acquired is performed. Termination of processing of the above-mentioned steps 104, 112, or 116 performs [ next ] processing of step 118.

[0039] At step 118, processing which supplies the drive current  $\text{iellc}$  acquired by processing of the above-mentioned steps 104, 112, or 116 is performed to EVRV66. Termination of processing of this step 118 ends this routine. According to the above-mentioned processing, when the temperature of cooling water is low, opening of the cooling water control valve 64 can be made small. If the opening of the cooling water control valve 64 becomes small, the flow rate of the cooling water introduced into EGR cooler 56 will decrease. In this case, the temperature up of the cooling water which circulates EGR cooler 56 is carried out because the heating value which cooling water takes from EGR gas to per unit flow rate increases.

[0040] Moreover, in this example, as for the opening of the cooling water control valve 64, the temperature of cooling water becomes so small that it is low as compared with target temperature. Namely, as for the amount of opening amendments of the cooling water control valve 64, the temperature of cooling water becomes so large that it is low as compared with target temperature. In this case, the condition that cooling water tends to get warm is realized irrespective of the condition of the temperature of cooling water. For this reason, according to this example, the temperature up of the cooling water which circulates EGR cooler 56 can be promptly carried out irrespective of the condition of the temperature of cooling water.

[0041] When the temperature up of the cooling water is carried out promptly, it is controlled that deposits, such as a unburnt gas and soot, deposit the EGR path 52 on about 56 EGR cooler in the EGR path 52 also as EGR gas circulating. Therefore, according to the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine 10 of this example, it can prevent certainly that deposits contained in EGR gas, such as a unburnt gas and soot, accumulate on about 56 EGR cooler in the EGR path 52.

[0042] Moreover, according to the processing of a routine shown in above-mentioned drawing 3, when the temperature of cooling water is high, opening of the cooling water control valve 64 can be enlarged. If the opening of the cooling water control valve 64 becomes large, the flow rate of the cooling water introduced into EGR cooler 56 will increase. In this case, the temperature of the cooling water of the downstream of EGR cooler 56 falls as compared with the thing before the flow rate of cooling water is increased because the heating value which cooling water takes from EGR gas to per unit flow rate decreases.

[0043] For this reason, according to this example, the heating value to which EGR gas emits EGR cooler 56 to the circulating cooling water can be made to absorb effectively. Therefore, according to the exhaust air reflux equipment of the internal combustion engine 10 of this example, it becomes possible to maintain the function of EGR cooler 56 proper. In this example, if the temperature of cooling water becomes high like \*\*\*\*, the flow rate of the cooling water introduced into EGR cooler 56 will be



increased. For this reason, according to this example, the temperature of cooling water does not become high too much, and ebullition of cooling water is prevented certainly. Moreover, if the temperature of cooling water becomes low like \*\*\*\*, the temperature up of the cooling water will be carried out because the flow rate of cooling water decreases. Therefore, according to this example, it is possible to maintain the cooling water which circulates EGR cooler 56 to optimal temperature.

[0044] In addition, in the above-mentioned example, while EGR cooler 56 is equivalent to the "heat exchanger" The "temperature parameter appearance means" indicated by the claim when ECU12 detected the temperature thegr of the cooling water which circulates cooling water path 56a of EGR cooler 56 based on the output signal of a coolant temperature sensor 62 The "opening control means" indicated by the claim is realized by performing processing of the above-mentioned steps 106-116, respectively.

[0045] By the way, in the above-mentioned example, although the opening of the cooling water control valve 64 is controlled according to the temperature thegr of the cooling water which circulates cooling water path 56a of EGR cooler 56, it is good also as detecting the temperature of the wall surface of cooling water path 56a, and controlling the opening of the cooling water control valve 64 based on the temperature.

[0046]

[Effect of the Invention] When the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger according to invention claim 1 and given in two is low like \*\*\*\*, while being able to carry out the temperature up of the cooling water promptly by making small opening of the control valve which controls the flow rate of cooling water, cooling water can be made to absorb the heat of exhaust gas effectively by enlarging opening of a control valve, when the temperature in the above-mentioned part is high. For this reason, according to this invention, also when the temperature in the above-mentioned part is low, deposition of the deposit in an exhaust air reflux path can be prevented by making small opening of the control valve which controls the flow rate of cooling water.

[0047] According to invention according to claim 3, irrespective of the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger, the temperature up of the cooling water which circulates a heat exchanger can be carried out promptly, consequently deposition of the deposit in an exhaust air reflux path can be prevented. According to invention according to claim 4, the cooling water which circulates a heat exchanger can be made to absorb the heat of exhaust gas effectively irrespective of the temperature in the part which counters the exhaust air reflux path of a heat exchanger.

[0048] Moreover, according to invention according to claim 5, the cooling water which circulates a heat exchanger is maintainable to optimal temperature.

---

[Translation done.]